

536,929

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN  
EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
17 de Junio de 2004 (17.06.2004)

PCT

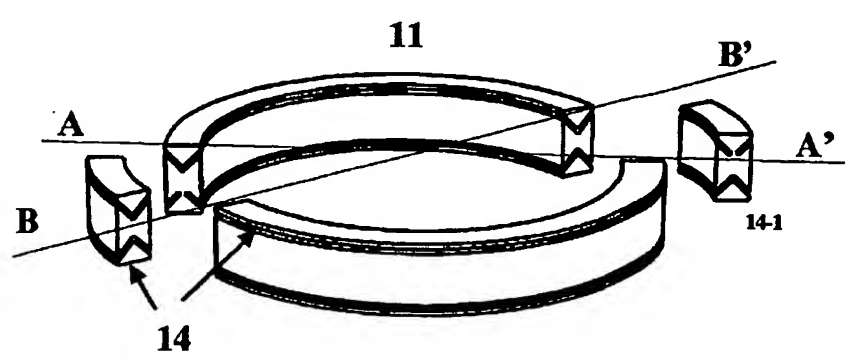
(10) Número de Publicación Internacional  
WO 2004/050481 A1

- (51) Clasificación Internacional de Patentes<sup>7</sup>: B64G 1/64, F16F 15/08, 1/393
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): EADS CASA ESPACIO, S.L. [ES/ES]; Avda. de Aragón 404, 28022 Madrid (ES).
- (21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES2002/000577
- (72) Inventor; e
- (75) Inventor/Solicitante (para US solamente): LANCHO DONCEL, Miguel [ES/ES]; Avda. de Aragón 404, 28022 Madrid (ES).
- (22) Fecha de presentación internacional: 4 de Diciembre de 2002 (04.12.2002)
- (74) Mandatario: ELZABURU, Alberto, de; Miguel Angel 21, 28010 Madrid (ES).
- (25) Idioma de presentación: español
- (81) Estados designados (nacional): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
- (26) Idioma de publicación: español

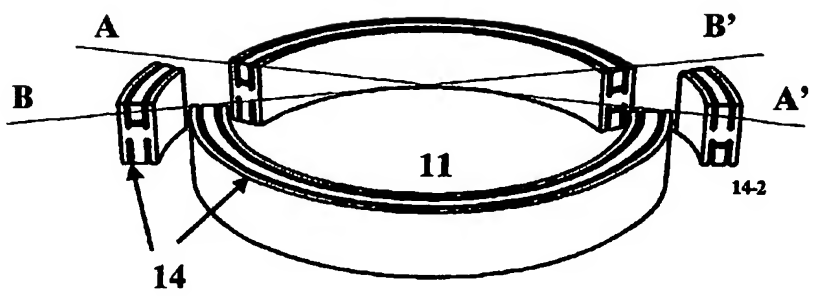
[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: ATTENUATION DEVICE

(54) Título: DISPOSITIVO ATENUADOR



(57) Abstract: The invention relates to an attenuation device comprising a surface of revolution (11) with a circular transverse section. Moreover, a set of grooves (14) are distributed between the two sides of the surface of revolution (11) and are designed to confine an elastic material (15) within the limits defined by the aforementioned grooves (14). In this way, a structural labyrinth is formed for the passage of loads from a lower interface of the surface of revolution (11) to an upper interface.



(57) Resumen: El dispositivo de atenuación de la presente invención comprende una superficie de revolución (11) de sección transversal circular, de manera que un conjunto de ranuras (14) están distribuidas entre los lados de la superficie de revolución (11) y están adaptadas para recluir un material elástico (15) dentro de los límites definidos por las ranuras (14), generando un laberinto estructural para el

paso de carga desde una interfaz inferior de la superficie de revolución

[Continúa en la página siguiente]

WO 2004/050481 A1



CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), patente OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

— con informe de búsqueda internacional

- (84) **Estados designados (regional):** patente ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), patente euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), patente europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

*Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.*

## **DISPOSITIVO ATENUADOR**

### **OBJETO DE LA INVENCION**

5 [0001] La presente invención se refiere, en general, a un dispositivo atenuador de vibraciones y ondas de choque que se transmiten a través de una cadena de estructuras pertenecientes a un vehículo.

[0002] Más concretamente, la presente invención se refiere a un dispositivo atenuador de tipo pasivo que atenúa vibraciones y ondas de choque generadas durante el vuelo de un vehículo espacial y que se transmiten a través de la estructura del vehículo espacial.

### 10 **ESTADO DE LA TÉCNICA**

[0003] En el estado de la técnica son conocidos dispositivos atenuadores pasivos, por ejemplo, la patente de EE.UU. núm. 6.202.961 de Wilke et al. describe un dispositivo atenuador pasivo que atenúa las vibraciones y ondas de choque que se generan durante el vuelo de una nave espacial.

15 [0004] Este dispositivo atenuador pasivo comprende un cilindro recto circular hueco en el cual se han practicado un conjunto de ranuras horizontales rectangulares distribuidas en varias capas o planos verticales.

[0005] Las ranuras horizontales están distribuidas de tal forma que dibujan curvas espaciales a modo de hélices, esto es, no están alineadas verticalmente en columnas.  
20 En cada capa o plano horizontal hay un número elevado de ranuras, en concreto más de seis.

[0006] Cada ranura horizontal tiene una forma rectangular alargada, es decir, los lados paralelos verticales son comparativamente de menor dimensión que los lados horizontales de la ranura horizontal rectangular.

25 [0007] El cilindro hueco ranurado está rodeado exteriormente por varios segmentos rectangulares de un material visco elástico que cubre completamente el exterior del cilindro ranurado. A su vez, los segmentos rectangulares o planchas están rodeados exteriormente por varias planchas rectangulares de un material rígido de modo que

forman un anillo cilíndrico que sujeta las planchas de material visco elástico contra el cilindro hueco ranurado.

5 [0008] El dispositivo adaptador descrito presenta una serie de desventajas derivadas de su construcción. Por ejemplo, una desventaja se deriva del elevado número de separaciones o puentes que hay por cada capa horizontal y, en general, en el cilindro hueco ranurado. Se entiende por puente o separación a la parte de material que hay entre dos ranuras horizontales adyacentes.

10 [0009] Se aprecia que se obtiene una distribución que presenta excesivas simetrías axiales tanto en el número de ranuras como en el de puentes entre ellas. Esto se traduce en una pérdida de atenuación (inclusive una posible amplificación) a determinadas frecuencias asociadas a modos de respiración de estructuras cilíndricas y condiciones de apoyo con simetría axial. Esto está ilustrado en las gráficas de las figuras 9 a 12 de la patente de EE.UU. núm. 6.202.961 de Wilke et al., que presentan las prestaciones del sistema propuesto.

15 [0010] Asociado a este tipo de configuración está el hecho de que la transición estructural entre las distintas capas y entre las dos extremas y las estructuras adyacentes es muy brusca (no hay superficie para difundir los esfuerzos) lo que implica una sobrecarga de las láminas del propio atenuador así como de las estructuras adyacentes que tienen que soportar importantes picos de esfuerzo de tracción/compresión (sobreflujo).

20 [0011] Otra desventaja es la pérdida de rigidez como consecuencia del elevado número de capas horizontales y, también, al elevado número de ranuras horizontales por capa. Ha de tenerse en cuenta que la rigidez es necesaria para el buen gobierno de la trayectoria de vuelo de la nave espacial y, por tanto, se ha de llegar a un compromiso entre atenuación y rigidez ya que a mayor número de capas y ranuras mayor atenuación que provoca una menor rigidez, que puede dar lugar a la pérdida de la nave espacial y, consecuentemente, de la carga útil.

25 [0012] Por otro lado, se observa que el cilindro exterior al flotar sobre el material visco-elástico contribuye muy poco a aumentar la rigidez global del sistema. De igual forma la contribución a la amortiguación es poco eficaz. Las cargas externas inducen movimientos relativos entre las distintas capas. Estos movimientos generan deformaciones a cortadura del material visco-elástico. Sin embargo, estas

deformaciones son a lo sumo la mitad del movimiento generado entre la interface superior y la inferior, desmultiplicando la fuerza cortante de reacción.

5 [0013] La desventaja más importante de esta configuración es, en cualquier caso, la imposibilidad de desacoplar los requisitos de atenuación y de rigidez que son contradictorios. Al basar su funcionamiento en el comportamiento lineal carga-deformación (tanto del componente metálico como del visco-elástico), cualquier aumento de rigidez ha de hacerse a costa de pérdida de capacidad atenuadora y viceversa.

10 [0014] Por tanto, se hace necesario desarrollar un dispositivo atenuador que atenué las vibraciones y ondas de choque de alta y baja frecuencia, que proporcione un mínimo nivel de rigidez que permita un pilotaje preciso de la nave espacial se consiga sin menoscabo de la capacidad atenuadora.

### **CARACTERIZACIÓN DE LA INVENCION**

15 [0015] El dispositivo de atenuación de la presente invención comprende una superficie de revolución de sección transversal circular, de manera que un conjunto de ranuras están distribuidas entre ambas caras de la superficie de revolución y están adaptadas para recluir un material elástico dentro de los límites definidos por las ranuras.

20 [0016] Un objeto de la presente invención es generar un laberinto estructural para el paso de carga desde la interfaz inferior de la superficie de revolución, por ejemplo, cilindro recto hueco hasta la interfaz superior.

25 [0017] Otro objeto es rellenar los huecos de las ranuras con un material elástico de modo que el material elástico y el material restante de la superficie de revolución formen dos estructuras laberínticas continuas y complementarias, es decir donde hay material elástico no hay material correspondiente a la superficie de revolución y viceversa.

30 [0018] Con esta disposición se consigue una estructura compacta y de reducido peso que funciona como un bloque de material compuesto, a saber, matriz que corresponde al material elástico y fibra que corresponde a la superficie de revolución, de manera que cada elemento juega un papel, por ejemplo, el material de la superficie de revolución cilíndrica funcionaria como las fibras aportando sus

características de rigidez y el material elástico funcionaria como la matriz complementando la rigidez y aportando la capacidad de disipación de energía.

5 [0019] Otra ventaja de la presente invención es que medios elásticos y amortiguadores forman parte de la propia estructura, de tal forma que se integran en toda su superficie y permiten adecuarse a interfaces de grandes dimensiones como en el campo de vehículos espaciales tipo lanzaderas y/o satélites. Por tanto, las vibraciones de baja y media frecuencia (0 a 2000 Hz) y de larga duración, varios minutos, inducidos por motores y elementos de funcionamiento cíclico, y los fenómenos transitorios de muy corta duración como los choques inducidos por las separaciones y que generan vibraciones en un espectro muy ancho (hasta 10000 Hz) pero de milésimas de segundos de duración, son atenuados y amortiguados.

10 [0020] La ventaja de esta disposición es que permite gestionar la aportación de cada elemento de la forma mas adecuada a las necesidades de la aplicación. Si se requiere más función disipadora y menos rigidez, bastara con aumentar y disminuir respectivamente las proporciones de cada material. En el límite las funciones de matriz y fibra se podrían invertir.

20 [0021] Consecuentemente, la configuración descrita permite resolver el problema de la compatibilidad entre rigidez mínima necesaria para pilotar y capacidad de atenuación. De una parte la matriz, material elástico, aporta las propiedades mecánicas necesarias para que la fibra, superficie de revolución, trabaje adecuadamente al estar la matriz recluida en la fibra. De otra parte esta aportación no suprime las capacidades de atenuación y filtrado al continuar siendo la superficie de revolución ranurada el camino principal de carga por ser la más rígida.

25 [0022] Otra ventaja añadida por el compuesto fibra-matriz en relación con la compatibilidad entre pilotaje y filtrado es la no linealidad de su respuesta a las cargas exteriores. Mientras que la superficie de revolución ranurada trabaja en régimen elástico, esto es lineal, el material elástico trabaja en régimen inelástico, esto es no lineal, de forma que mientras que para pequeñas deformaciones apenas aporta rigidez, lo cual contribuye a la capacidad de aislamiento del sistema, a medida que las cargas externas aumentan las deformaciones de la matriz, ésta por su naturaleza elástica responde incrementando la rigidez.

30 [0023] El fenómeno anterior es más eficaz aún si cabe cuando el material elástico se

encuentra suficientemente confinado. Este confinamiento está garantizado por la propia configuración de la superficie de revolución ranurada.

5 [0024] Así cuando la superficie de revolución ranurada se deforma en el sentido de disminuir el espesor de las ranuras, el material elástico que ocupa las ranuras está obligado a comprimirse e intenta expandirse en dirección perpendicular a la de deformación, lo que es parcialmente impedido por el material elástico que ocupa el resto de la ranura. Con una disposición de ranuras en ángulo se consigue que esto mismo ocurra tanto si la deformación es en sentido vertical como si lo es en sentido horizontal.

10 [0025] Por tanto, el dispositivo de atenuación pasivo de la invención puede atenuar y/o eliminar las vibraciones y ondas de choque generadas durante el vuelo de un vehículo espacial, a saber nave espacial, de modo que si las vibraciones y ondas de choque generadas durante el vuelo alcanzaran la carga útil que es transportada no provocan daños en la carga útil.

15 **BREVE ENUNCIADO DE LAS FIGURAS**

Una explicación más detallada de la invención se da en la siguiente descripción basada en las figuras adjuntas en las que,

la figura 1 muestra en una vista isométrica un armazón de estructuras correspondientes a un vehículo espacial de acuerdo a la invención,

20 la figura 2 muestra una vista isométrica de un dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 3 muestra dos fragmentos seccionados del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

25 la figura 4 muestra otros dos fragmentos seccionados de otra realización del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 5 muestra una vista isométrica de un material elástico del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 6 muestra otra vista del material elástico del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

las figuras 7 y 8 muestran otras vistas isométricas del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

las figuras 9 y 10 muestran en dos vistas isométricas la distribución complementaria de los componentes del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 11 muestra el funcionamiento como filtro atenuador de choque del dispositivo atenuador de acuerdo a la invención,

la figura 12 muestra como el dispositivo atenuador modifica el camino de carga de acuerdo a la invención,

la figura 13 muestra una vista isométrica explotada que permite seguir el camino de carga de comportamiento lineal en el dispositivo atenuador de acuerdo a la invención, y

la figura 14 muestra una vista isométrica explotada que permite seguir el camino de carga complementario no lineal en el dispositivo atenuador de acuerdo a la invención.

### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

[0026] La figura 1 muestra un dispositivo atenuador 11 conectado simultáneamente a una interfaz superior 12 e inferior 13 correspondiente a la estructura de un vehículo espacial, a saber nave espacial, capaz de navegar en el espacio exterior a la atmósfera terrestre.

[0027] En dicha figura se aprecia que las estructuras primarias encargadas de la continuidad e integridad estructural del vehículo, consisten en grandes estructuras cilíndricas ó cónicas, en general con simetría de revolución, que propagan a través de ellas los fenómenos vibratorios que se producen durante el vuelo, sin apenas amortiguarlos debido a su bajo coeficiente de disipación y en ocasiones amplificándolos a determinadas frecuencias. En consecuencia, los equipos y cargas útiles tienen que estar calificados para soportar este ambiente lo que redunda en una mayor complejidad de su diseño estructural.

[0028] La figura 2 muestra a su vez el dispositivo atenuador que comprende una



superficie de revolución de sección transversal cilíndrica, por ejemplo, un cilíndrico recto hueco 11 entre cuyos lados verticales están distribuidas varias ranuras 14 en niveles, por ejemplo, hay cuatro ranuras distribuidas en dos niveles y dos ranuras 14 por cada lado vertical del cilindro recto 11.

- 5 [0029] Cada ranura 12 puede tener una forma predeterminada, esto es, la ranura 14 se extiende según una curva dada, a saber círculo, por ejemplo la ranura 14 es generada por una recta que pasa por un punto fijo, el vértice, que puede estar situado en el eje de revolución del cilindro recto 11, y recorre el círculo.

- 10 [0030] Las ranuras 14 de ambos lados verticales del cilindro recto 11 pueden estar unidas en algunos tramos y en otros no. Por ejemplo, lo mencionado anteriormente se aprecia en el fragmento de sección 14-1 según unos ejes A-A', B-B', mostrado en la figura 3. Las ranuras 14 de la parte superior, en forma de V, del fragmento de sección 14-1 no están unidas y, sin embargo, las ranuras 14 de la parte inferior, en forma de V invertida, si están unidas.

- 15 [0031] Consecuentemente, la parte central del cilindro recto 11 presenta una predeterminada forma tipo carrete, esto es, dos conos unidos por el vértice.

- 20 [0032] Como se aprecia en la figura 4, las ranuras 14 pueden ser realizadas en los lados horizontales del cilindro recto 11, esto es, cada ranura 14 puede ser generada por una recta que se mueve paralelamente a sí misma, y/o también al eje de revolución del cilindro recto 11 y recorre una curva dada.

[0033] También, en este caso las ranuras 14 de la parte superior del fragmento de sección 14-2 no están unidas y, sin embargo, las ranuras 14 de la parte inferior si están unidas. Por tanto, la parte central del cilindro recto 11 presenta una predeterminada forma tipo H.

- 25 [0034] Volviendo a la figura 3, el espacio existente obtenido al realizar las ranuras o intersticios 14 que median entre las partes del cilindro recto 11 se rellena con un material elástico 15 tal como un elastómero, visco-elástico, o similar, de baja rigidez y alto coeficiente amortiguador, mostrado en las figuras 5 y 6, que completan las características funcionales del dispositivo atenuador de la invención. De esta forma  
30 se obtiene el dispositivo atenuador de cuerpo único en forma de toroide que se muestra en las figuras 2, 3, 4, 9 y 10.

[0035] Consecuentemente, el dispositivo atenuador de cuerpo cilindro 11 tiene así una configuración compacta equivalente a la de los materiales compuestos tipo fibra-resina en donde el espacio que no ocupa la fibra lo ocupa la resina y al revés. Como se muestra en las figuras 9 y 10, el espacio no ocupado por material del cilindro 11 es ocupado por el material elástico 15 y viceversa. Esta configuración compacta y continua tiene una importancia alta en el comportamiento funcional del dispositivo atenuador e explica más adelante.

[0036] Se ha de observar que el material elástico 15 posee dos partes o bandas una parte superior que corresponde a las ranuras 14 superiores y otra parte inferior que corresponde a las ranuras 14 inferiores del cilindro 11. En la misma figura 5 se observan las zonas 15-2 de unión de las ranuras 14 de ambos lados del cilindro 11, y las zonas 15-1 donde no existe unión entre las ranuras 14 de ambos lados.

[0037] Análogamente, la figura 6 muestra las dos partes del material elástico 15 correspondiente a las ranuras 14 del cilindro recto de la figura 4, donde las ranuras 14 están realizadas en los lados horizontales o bases del cilindro 11. Asimismo, se observan las zonas 15-3 de unión de las ranuras 14 de ambos lados, y las zonas 15-4 donde no existe unión entre las ranuras 14 de ambos lados del cilindro 11.

[0038] En resumen, el material elástico 15 a ambos lados del hueco ranurado 14 está unido, a saber presenta continuidad física, zonas 15-3, a través de cada una de las ranuras y donde además el material elástico 15 está cercado o confinado exteriormente por las paredes exteriores del cilindro recto 14. Se ha de observar que el confinamiento del material elástico 15 varía sobre la base de etapa de vuelo en el que se encuentra la nave.

[0039] La figura 7 muestra otro tipo de ranuras 14 donde cada capa de ranuras sigue una curva ondulada continua o discontinua. También, dicho tipo de ranuras 14 pueden ser ubicadas en la superficie de revolución 11 tipo cono truncado hueco, ver figura 8. Análogamente, sobre el cono truncado 11 se pueden disponer ranuras 14 paralelas de igual manera que en la superficie de revolución 11 del tipo cilindro recto. Esta forma de cono truncado es adecuada para adaptar estructuras adyacentes que tienen distinto diámetro.

[0040] Volviendo a la figura 2, el cilindro ranurado 11 se ranura de forma tal que el camino de carga directo entre la interfaz inferior 13 y la superior 12 está siempre

interrumpido por las ranuras 14. Esto se logra realizando dos niveles de ranuras 14 en ángulo a distintas alturas, por ejemplo mostrado en las figuras 9 y 10. Las ranuras 14 producen cuatro huecos de superficie cónica, de tal forma que el cilíndrico recto 11 queda dividido en algunas secciones en tres partes separadas por los huecos en forma de V y de V invertida o en forma de U y U invertida.

[0041] Estas tres partes no están totalmente separadas si no que permanecen unidos en al menos tres zonas el superior con el intermedio y en otras tres zonas, a 60° de las anteriores, el intermedio y el inferior, ver figura 13. Esto se consigue interrumpiendo la continuidad de cada nivel de ranuras 14, a su vez, en tres tramos de forma que se dejan sin ranura un espacio que proporciona los tres puentes de determinada dimensión, a saber estrechos pasos de carga tal como se ve en las figuras 3, 4, 5, 6, 9 y 10 que muestra la forma espacial de los niveles de ranuras 14.

[0042] El único camino posible de la perturbación es a través de los seis pasos entre los distintos niveles. Por tanto a través de un camino laberíntico. Es decir, los dos niveles de ranuras 14 realizan la tarea de atenuar las ondas de choque que intentan progresar desde la parte inferior 13 de la nave espacial hacia la parte superior 12 de la misma donde se encuentra la carga útil, que es bastante sensible a dichas ondas de choque.

[0043] Volviendo a la figura 5, las dos bandas de material elástico 15 son obligadas a deformarse simultáneamente en compresión-tracción y en cortadura cuando se producen cargas axiales y/o radiales en las zonas de paso de carga. Estas cargas generan movimientos relativos entre las zonas del cilíndrico 11 que están separadas por el material elástico 15.

[0044] La resistencia al movimiento de estas bandas de material elástico 15 proporciona de una parte la fuerza amortiguadora debido a que la reacción a la deformación cortante del material elástico 15 es un factor de amortiguación del movimiento, y de otra lo que es más importante, el aumento de rigidez a medida que la deformación a compresión aumenta, es decir, el comportamiento no lineal. Por tanto, el material elástico 15 contribuye a la rigidez del cilindro siendo esta contribución totalmente compatible con la necesidad de atenuar, tal y como se describe a continuación.

[0045] La resistencia a deformarse proporciona un aumento de la rigidez del

- dispositivo atenuador, que había disminuido con las ranuras 14. Además esta rigidez es de carácter variable, es decir aumenta con el desplazamiento. Para desplazamientos muy pequeños, que son los que se producen cuando el evento de choque se propaga por las estructuras, la rigidez aportada es despreciable. Es como si no estuviera presente. De esta forma, tal y como se ve en la figura 11, siguiéndola como indica la flecha, cuando la perturbación de choque que viene de la interfaz inferior 13, trata de progresar hacia la interfaz superior 12, se encuentra con el nivel de ranuras 14 inferior sobre las que se refleja y solo progresa cuando encuentra una de las tres zonas de paso inferiores, ver figura 11 parte inferior.
- 10 [0046] Al continuar por esas secciones y encontrar el siguiente nivel de ranuras 14 que le impiden el paso una parte de la perturbación se refleja en ellas y otra viaja circularmente por la zona de estructura entre ranuras 14, ver figura 11 parte intermedia. Cuando finalmente encuentra el paso superior ha perdido una parte importante de su energía. Además en el proceso se ha modificado todo el
- 15 comportamiento vibratorio natural, modos propios, del sistema formado por las interfaces 12, 13 unidas por el dispositivo atenuador y de cuya naturaleza depende igualmente la capacidad de propagación de la perturbación.
- [0047] En la figura 12, se esquematiza el funcionamiento del dispositivo atenuador cuando se le requiere rigidez. Esto sucede cuando durante parte del vuelo se producen vibraciones ó ráfagas de viento que originan importantes desplazamientos del centro de gravedad de la nave espacial y durante todo el vuelo para permitir el control y pilotaje de la nave. En ambos casos resulta además beneficioso el contar con una capacidad importante de disipación de energía, amortiguación. En ambos casos se producirían deformaciones importantes del cilindro recto 11 ranurado si el
- 20 material elástico 15 no estuviera presente.
- [0048] Al estar el material elástico 15 embebido en el cilindro 11 ranurado, el material elástico 15 opone una resistencia a esas deformaciones de carácter no lineal, y que se traduce en un nuevo camino de carga a través del material elástico 15 como se ve en la figura 12 esquemas de la parte derecha. Este camino se añade al camino
- 30 estructural inicial, que estaba ya presente, que es el mismo de las ondas de choque, esquemas de la parte central, y que es el que proporciona la rigidez de carácter lineal. Al sumarse ambos efectos se obtiene la rigidez requerida para el vuelo de la nave espacial, sin haber modificado las capacidades de filtro que venían determinadas por

el efecto lineal.

5 [0049] En la figura 13, se puede ver lo anterior con mas detalle en una vista tridimensional, de manera que la carga se transmite a través del componente lineal del dispositivo atenuador de forma que parte de una distribución de flujo cuasi uniforme que llega a la interfaz inferior 13, se transforma en una distribución en tres sectores pequeños a 120° uno de otro, continua en tres sectores girados 60° de los anteriores y finaliza en la interfaz superior12 volviendo a regenerar un flujo cuasi uniforme.

10 [0050] En realidad el flujo en las estructuras adyacentes es tanto menos uniforme cuanto mayor es la capacidad atenuadora del dispositivo, ya que esta se consigue reduciendo al mínimo las zonas de paso de carga, puentes. Para compensar este efecto, el componente no lineal, material elástico 15 juega un papel importante gracias a la configuración compacta del dispositivo.

15 [0051] La figura 14 muestra como participa el elemento no lineal del dispositivo. En este caso la distribución de carga se mantiene uniforme durante todo el proceso debido a la continuidad del sistema cilindro/material elástico. De esta forma se corrigen en parte los efectos de sobreflujo que originaria sobre las estructuras adyacentes el elemento lineal.

20 [0052] Análogamente, se observa que el material elástico 15 esta confinado en las cavidades que crean las ranuras 14 y su forma ya sea en V y V invertida o H y H invertida, multiplica el efecto de rigidez.

25 [0053] Cuando el material elástico 15 se comprime entre dos superficies que se acercan pero los bordes están libres, el volumen de material elástico 15 se mantiene y la rigidez se reduce. Si los bordes se cierran se impide la expansión del material elástico 15 por ellos y solo se logra acercar las superficies disminuyendo el volumen, lo cual significa emplear la energía que se requiere para comprimir un fluido confinado. Por tanto, la rigidez se aumenta. La forma en V o H de los niveles de ranuras 14 son los que proporcional el confinamiento de forma sencilla y natural.

30 [0054] Hay que destacar el hecho de que esta forma de ranura 14 permite, a la vez, reaccionar con cargas paralelas y normales a la superficie del material elástico 15 consiguiéndose así que este trabaje en cortadura, disipando energía y amortiguando,

y en compresión proporcionando rigidez adicional.

5 [0055] Otra característica que influye en el comportamiento del dispositivo atenuador de la invención es la forma de cada una de las ranuras 14 distribuidas en capas. Como se observa en la figura 4, la forma de la ranura 14 y la trayectoria que siguen las ranuras 14 al recorrer el perímetro del cilindro 11 pueden ser rectas, por ejemplo. En este caso la deformación a cortadura y a compresión del material elástico 15 están completamente desacopladas.

10 [0056] También pueden seguir una trayectoria especial que ayude a evitar la aparición de sobreflujos, como se muestra en la figura 7. Asimismo se pueden usar ranuras 14 con otros tipos de formas como son ranuras ovalas donde el eje de mayor dimensión es perpendicular al eje del cilindro recto 11, siendo el eje menor del óvalo paralelo al eje de revolución de cilindro 11, no mostrado.

15 [0057] Las características mecánicas del dispositivo atenuador pueden variarse fácilmente para acoplarse a los distintos requisitos que se le exijan. Para ello basta con adecuar el tamaño de las ranuras 14 al compromiso entre necesidades de filtrado y necesidades mecánicas.

## **REIVINDICACIONES**

1. **Dispositivo de atenuación** que incluye una superficie de revolución (11) que comprende un conjunto de ranuras (14) distribuidas sobre la superficie de revolución (11); **caracterizado** por qué la superficie de revolución (11) está adaptada para recluir un material elástico (15) dentro de los límites definidos por las ranuras (14).  
5
2. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 1; la superficie de revolución (11) presenta una sección transversal circular.
3. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 2; la superficie de revolución (11) es un cilindro recto.
- 10 4. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 2; la superficie de revolución (11) es un cono truncado.
5. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 3 o 4; el conjunto de ranuras (14) están distribuidas en ambas caras de la superficie de revolución (11).
- 15 6. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 5; cada ranura (14) se extiende según una curva dada sobre un lado de la superficie de revolución (11).
7. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 6; cada ranura (14) se extiende según una curva ondulada.
- 20 8. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 6 o 7; al menos una ranura (14) es generada por una recta que pasa por un punto fijo o vértice, y recorre la curva dada.
9. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 6 o 7; al menos una ranura (14) es generada por una recta que se mueve paralelamente a sí misma y recorre la curva dada.
- 25 10. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 8 y 9; al menos dos extremos, cada uno de ellos corresponde a una ranura (14) localizada sobre una cara de la superficie de revolución (11), son paralelos.
11. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 9; al menos dos ranuras (11) son paralelas, de manera que cada una de ellas está localizada sobre un

lado de la superficie de revolución (11).

12. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 10 y 11; al menos dos ranuras (14) están comunicadas a través de al menos un tramo.

5 13. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 10; el conjunto de ranuras (14) define en la superficie de revolución (11) un carrete formado por dos conos unidos por el vértice.

14. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a las reivindicaciones 11 y 12; el conjunto de ranuras (14) define en la superficie de revolución una forma de tipo H.

10 15. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 1; el material elástico (15) es un elastómero.

16. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 1; el material elástico (15) es un material visco-elástico.

15 17. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 15 o 16; el material elástico (15) está adaptado para comprender al menos una banda de material elástico (15).

18. **Dispositivo de atenuación** de acuerdo a la reivindicación 17; el material elástico (15) está adaptado para comprender al menos dos bandas de material elástico (15).



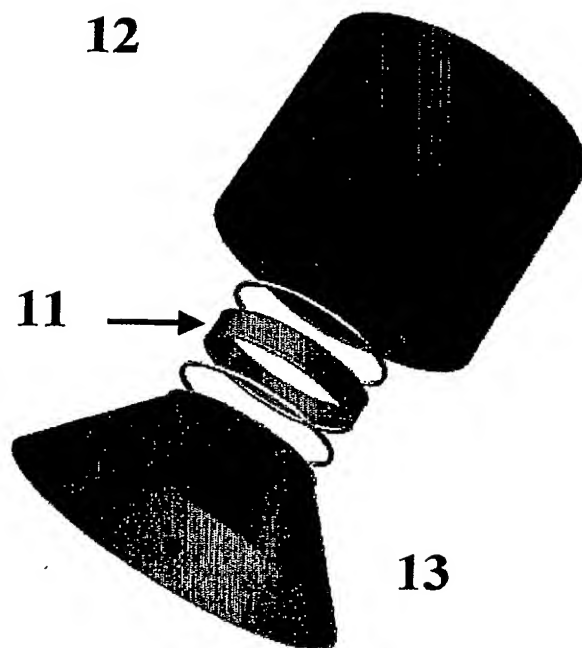


FIG. 1

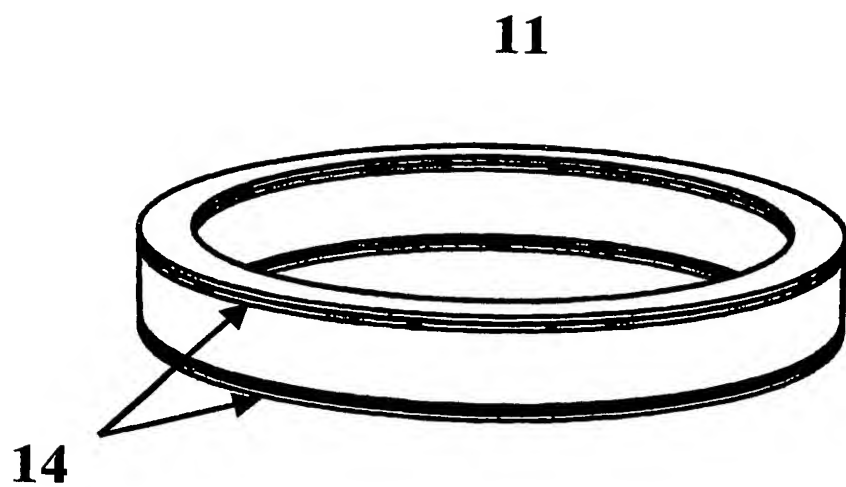


FIG. 2

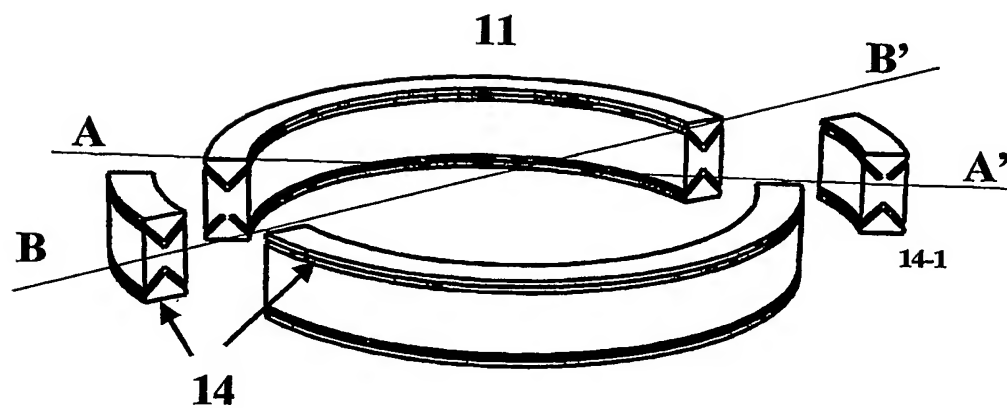


FIG. 3

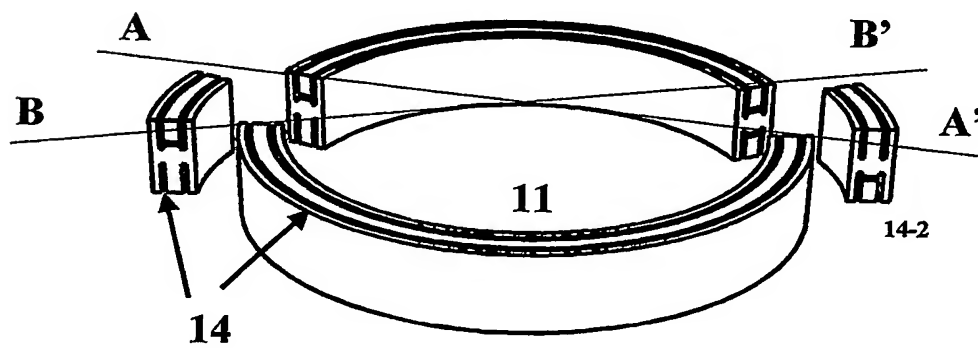


FIG. 4

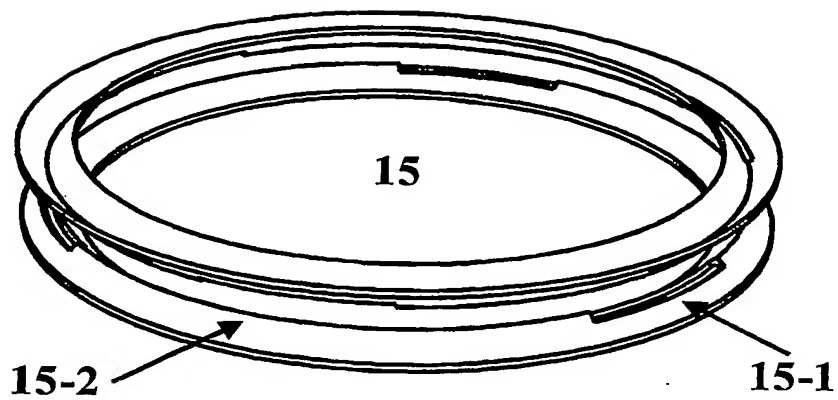


FIG. 5

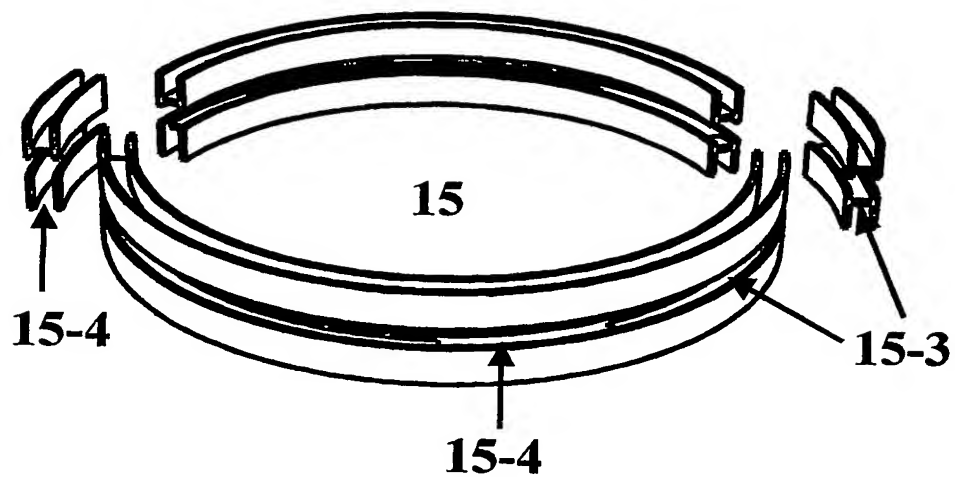


FIG. 6

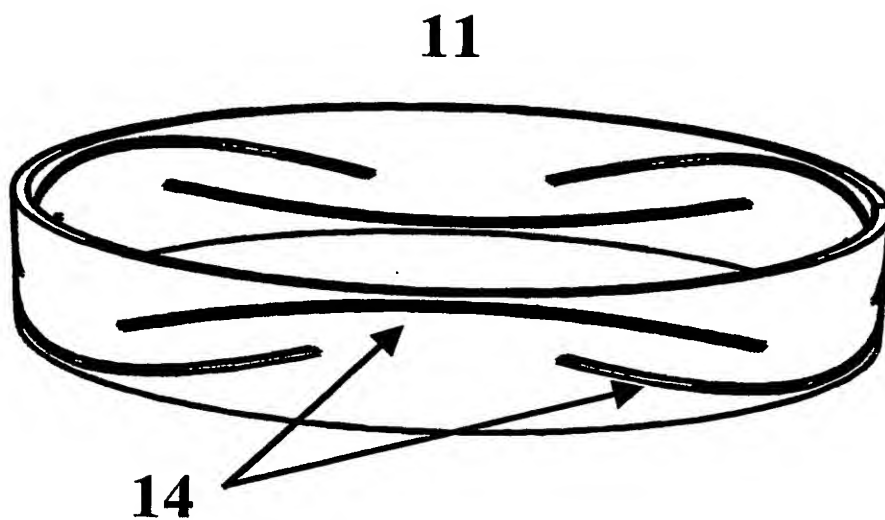


FIG. 7

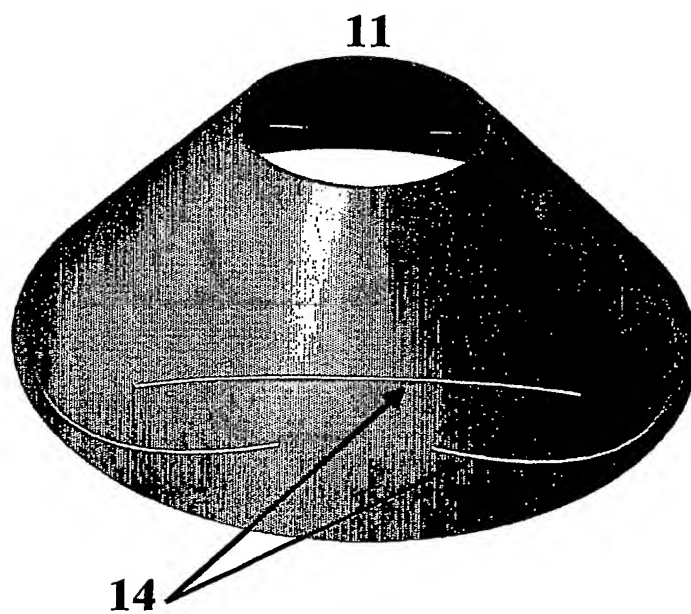


FIG. 8

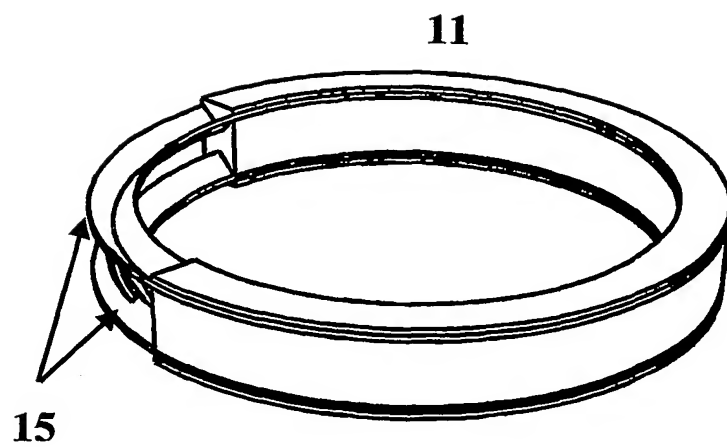


FIG. 9

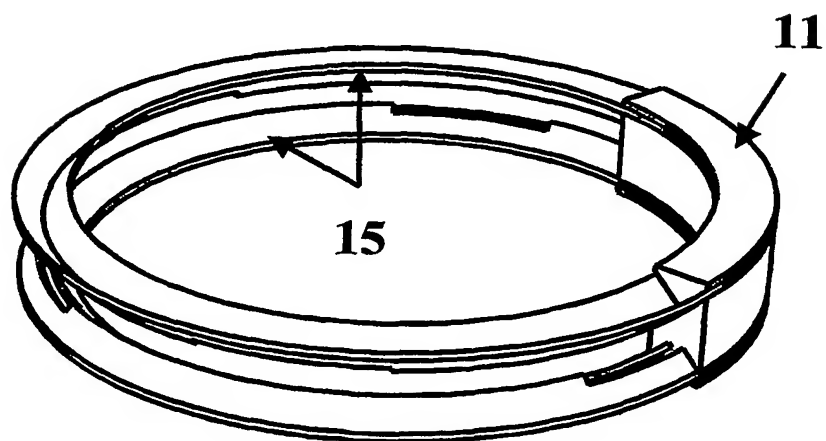


FIG. 10

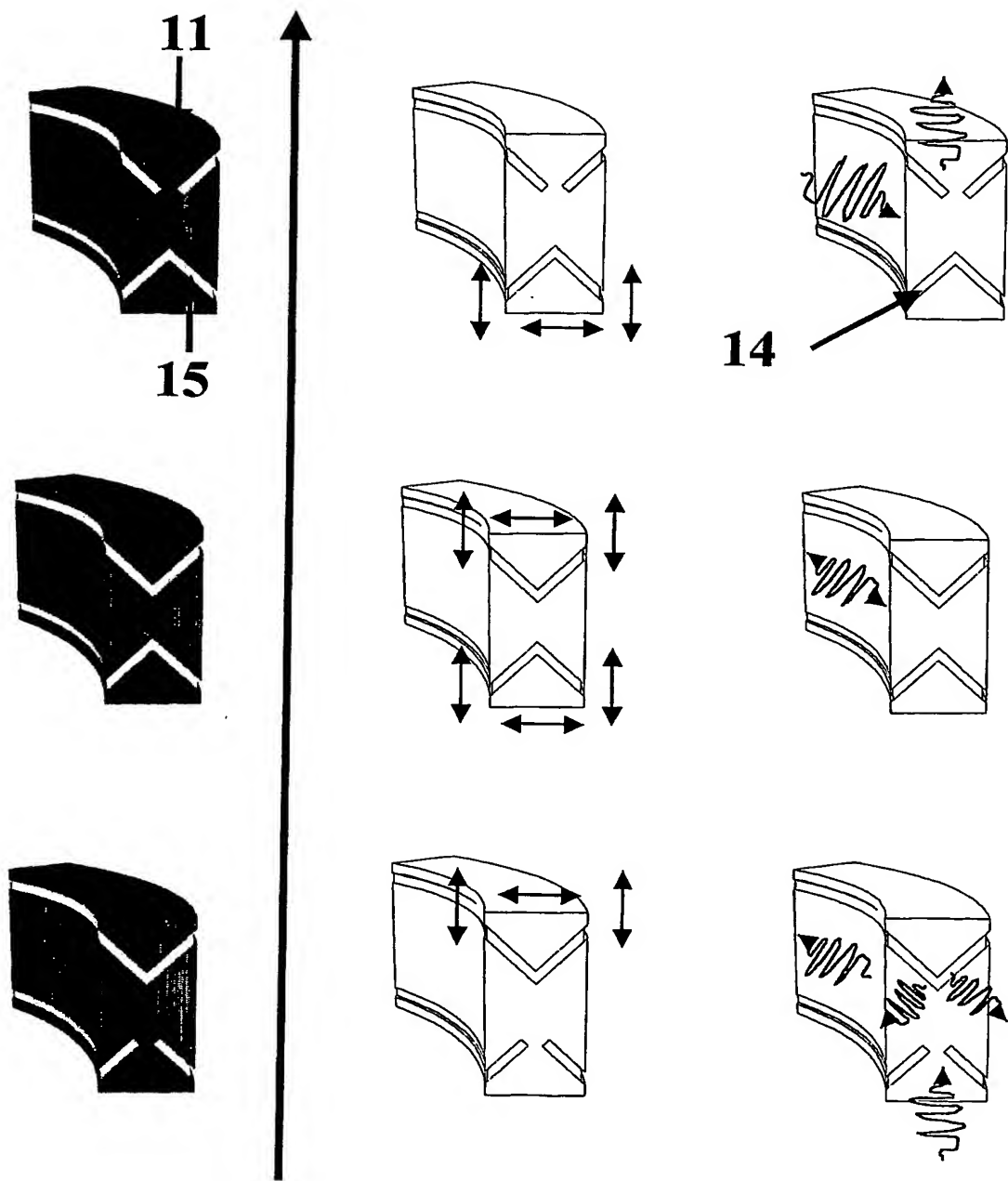


FIG. 11

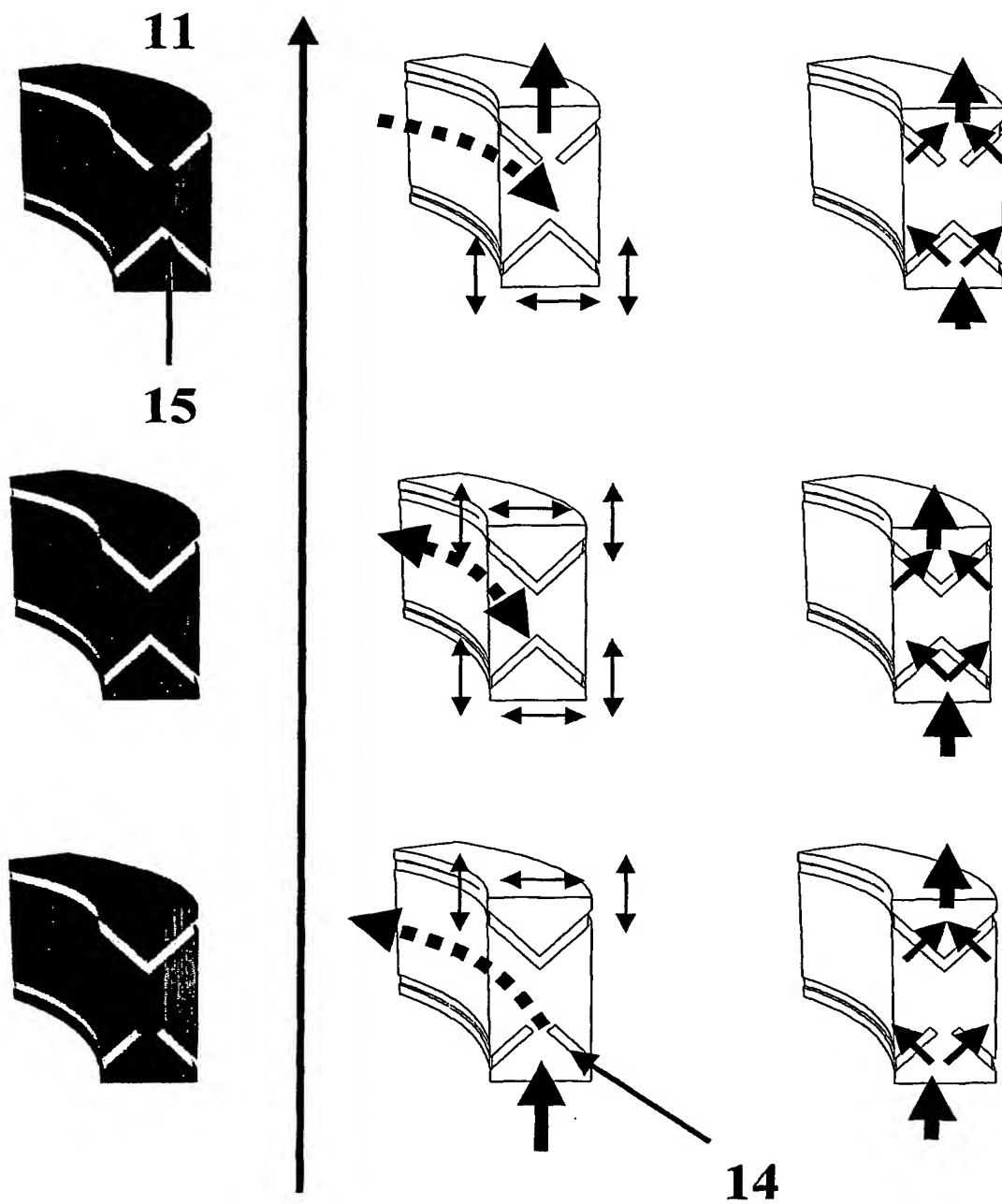
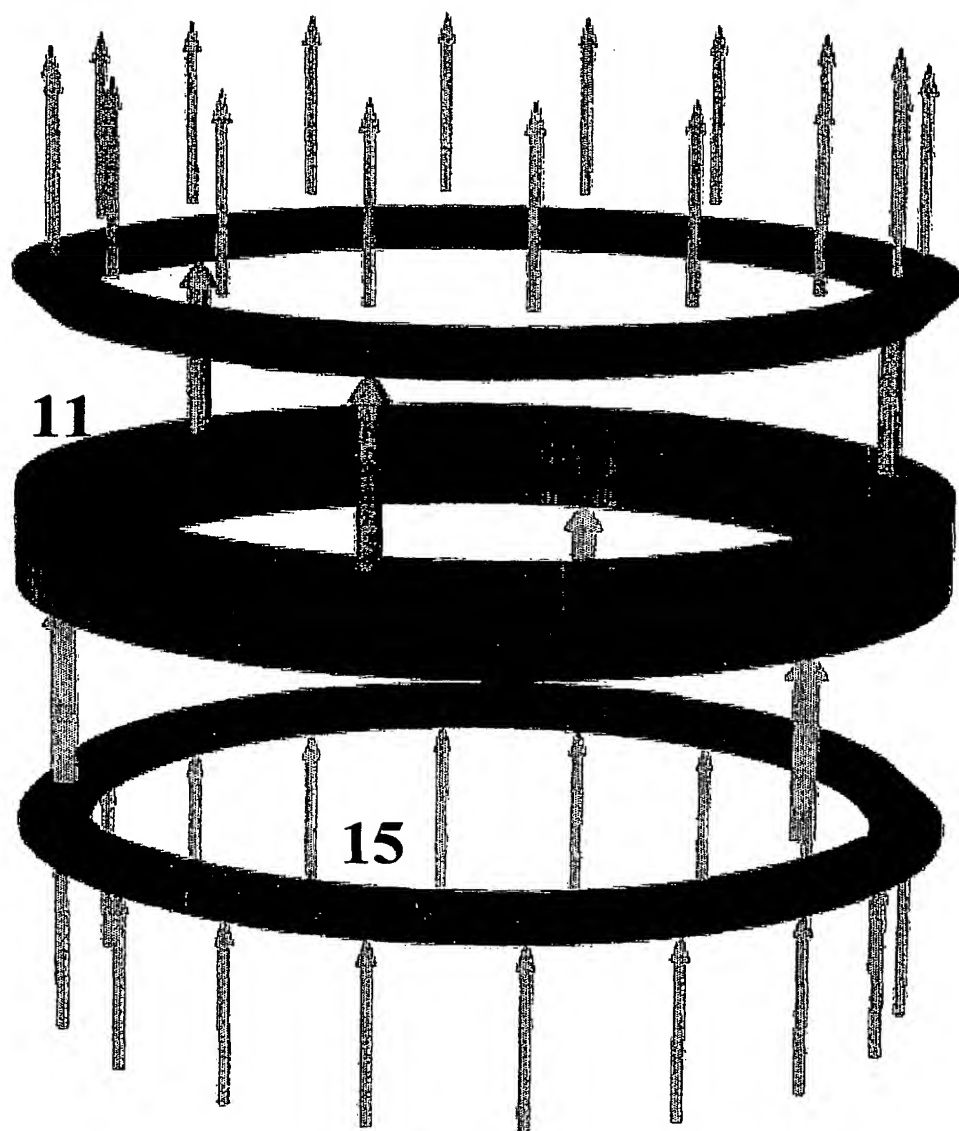


FIG. 12

**FIG. 13**



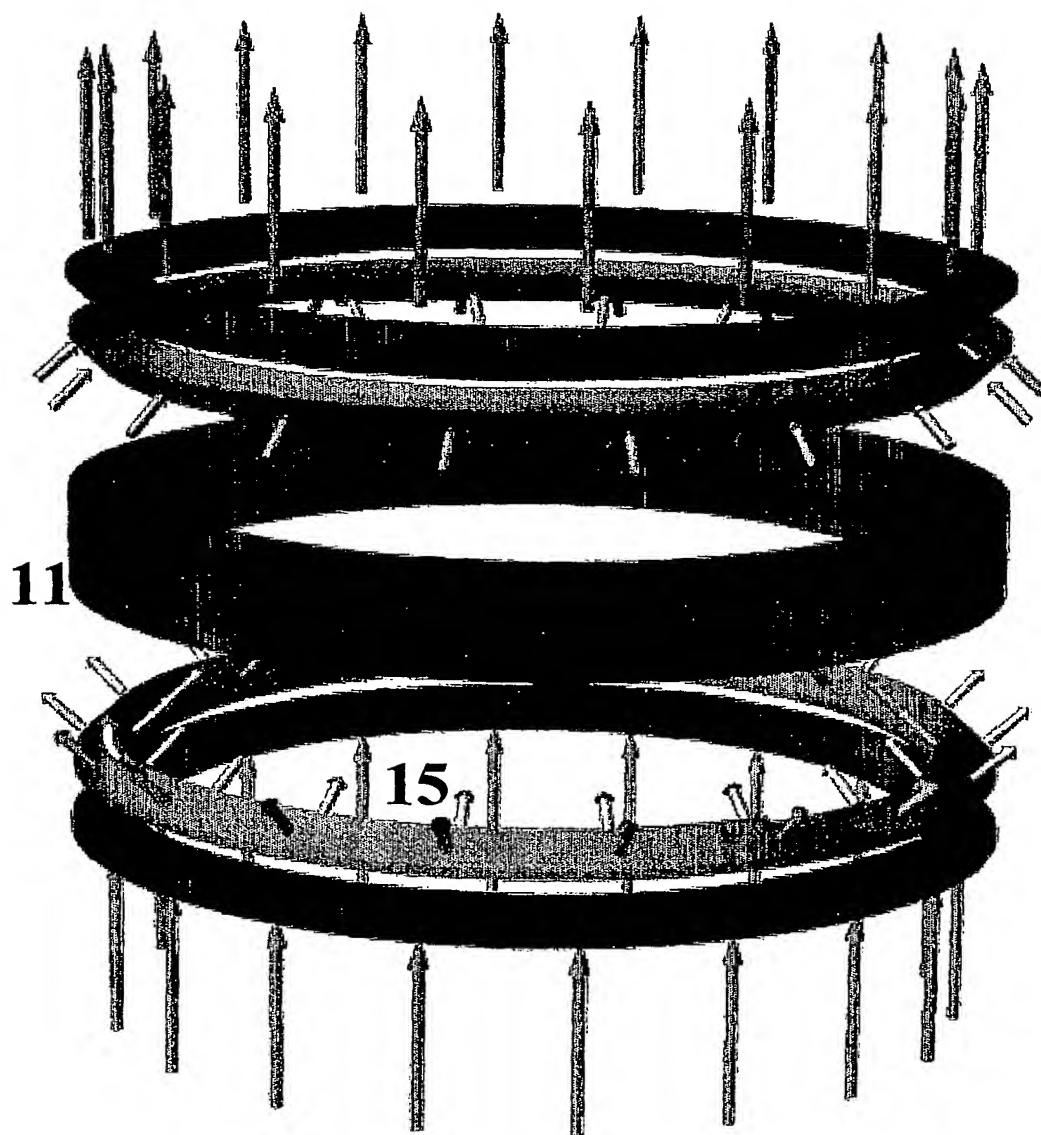


FIG. 14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES 02/00577

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**IPC 7 B64G 1/64, F16F 15/08, 1/393**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

**IPC 7 B64G F16F**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**CIBEPAT, EPODOC, WPI, PAJ**

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5878980 A (COOLEY, Jr.) 09.03.1999	1-3, 5, 6, 9-12,
Y	<b>Column 3, line 8-37; figure 3.</b>	14, 15, 17
Y	EP 1002717 A2 (CONSTRUCCIONES AERONÁUTICAS) 24.05.2000	4
	<b>Figure 6E.</b>	4
X	EP 1095853 A1 (ALCATEL) 02.05.2001	1-3, 5, 6, 8, 12, 16,
	<b>Paragraphs 37-41; figure 3.</b>	17
E	US 2003006341 A1 (BUDER) 09.01.2003	1-3, 5, 6, 10, 11, 15,
	<b>The whole document.</b>	17, 18
X	US 4063787 A (BAKKEN et al.) 20.12.1977	1-3, 5, 6, 8, 13,
	<b>The whole document.</b>	15, 17, 18
X	FR 2050235 A (SUD-AVIATION) 02.04.1971	1-3, 5, 6, 8, 12, 16, 17
	<b>Page 3, line 15 - page 4, line 24; figures 1, 2.</b>	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**06 June 2003 (06. 06. 2003)**

Date of mailing of the international search report

**01 July 2003 (01. 07. 2003)**

Name and mailing address of the ISA/

**S. P. T. O.**

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES 02/00577

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 1822026 A (GUY) 08.09.1931 <b>The whole document.</b>	1-3, 5, 6, 8, 12, 17, 18
A	GB 582469 A (ANDRE RUBBER et al.) 18.11.1946	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International Application No  
**PCT/ES 02/00577**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5878980 A	09.03.1999	NONE	
EP 1002717 A2	24.05.2000	ES 2166234 A1 US 6305871 B1 JP 2000154667 A CA 2287066 A1 CN 1253898 A	01.04.2002 23.10.2001 06.06.2000 18.05.2000 24.05.2000
EP 1095853 A1	02.05.2001	FR 2800351 A1 JP 2001151200 A	04.05.2001 05.06.2001
US 2003006341 A1	09.01.2003	NONE	
US 4063787 A	20.12.1977	NONE	
FR 2050235 A	02.04.1971	NONE	
US 1822026 A	08.09.1931	NONE	
GB 582469 A	18.11.1946	NONE	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES 02/00577

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☒ Claims Nos.: **6, 10, 11, 17, 18**  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INFORME DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional n°  
PCT/ES 02/00577

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD.

CIP<sup>7</sup> B64G 1/64, F16F 15/08, 1/393

acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y la CIP.

De

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima consultada (sistema de clasificación, seguido de los símbolos de clasificación)

CIP<sup>7</sup> B64G F16F

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, PAJ

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría *	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones n°
X	US 5878980 A (COOLEY, Jr.) 09.03.1999	1-3, 5, 6, 9-12,
Y	Columna 3, línea 8-37; figura 3.	14, 15, 17
Y	EP 1002717 A2 (CONSTRUCCIONES AERONÁUTICAS) 24.05.2000	4
X	EP 1095853 A1 (ALCATEL) 02.05.2001	4
E	US 2003006341 A1 (BUDER) 09.01.2003	1-3, 5, 6, 8, 12, 16,
X	US 4063787 A (BAKKEN et al.) 20.12.1977	17
X	FR 2050235 A (SUD-AVIATION) 02.04.1971	1-3, 5, 6, 10, 11, 15,
	Página 3, línea 15 - página 4, línea 24; figuras 1, 2.	17, 18
		1-3, 5, 6, 8, 13,
		15, 17, 18
		1-3, 5, 6, 8, 12, 16, 17

☒ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familia de patentes se indican en el anexo

\* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. 6 junio 2003 (06.06.2003)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

01 JUL 2003

01.07.03

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M

c/ Panamá 1, 28071 Madrid, España  
n° de fax +34 91 3495304

Funcionario autorizado

Luis J. DUEÑAS CAMPO

n° de teléfono +34913495342

# INFORME DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional n°

PCT/ES 02/00577 -

C (Continuación).

DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría *	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones n°
X	US 1822026 A (GUY) 08.09.1931 Todo el documento.	1-3, 5, 6, 8, 12, 17, 18
A	GB 582469 A (ANDRE RUBBER et al.) 18.11.1946	

# INFORME DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional

PCT/ES 02/00577

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
US 5878980 A	09.03.1999	NO TIENE	
EP 1002717 A2	24.05.2000	ES 2166234 A1	01.04.2002
		US 6305871 B1	23.10.2001
		JP 2000154667 A	06.06.2000
		CA 2287066 A1	18.05.2000
		CN 1253898 A	24.05.2000
EP 1095853 A1	02.05.2001	FR 2800351 A1	04.05.2001
		JP 2001151200 A	05.06.2001
US 2003006341 A1	09.01.2003	NO TIENE	
US 4063787 A	20.12.1977	NO TIENE	
FR 2050235 A	02.04.1971	NO TIENE	
US 1822026 A	08.09.1931	NO TIENE	
GB 582469 A	18.11.1946	NO TIENE	



# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional n°

PCT/ES 02/00577

## Recuadro I Observaciones cuando se estime que algunas reivindicaciones no pueden ser objeto de búsqueda (Continuación del punto 2 de la primera hoja)

De conformidad con el artículo 17.2.a), algunas reivindicaciones no han podido ser objeto de búsqueda por los siguientes motivos:

1. ☐ Las reivindicaciones n°s:  
se refieren a un objeto con respecto al cual esta Administración no está obligada a proceder a la búsqueda, a saber:
2. ☒ Las reivindicaciones n°s: 6, 10, 11, 17, 18  
se refieren a elementos de la solicitud internacional que no cumplen con los requisitos establecidos, de tal modo que no pueda efectuarse una búsqueda provechosa, concretamente:  
  
Todas las reivindicaciones de la solicitud carecen del texto "caracterizado por" y están separadas en dos partes inconexas. Especialmente, las reivindicaciones citadas arriba presentan una marcada falta de claridad. De todas formas, se ha intentado realizar el informe para todas las reivindicaciones.
3. ☐ Las reivindicaciones n°s:  
son reivindicaciones dependientes y no están redactadas de conformidad con los párrafos segundo y tercero de la regla 6.4.a).

## Recuadro II Observaciones cuando falta unidad de invención (Continuación del punto 3 de la primera hoja)

La Administración encargada de la Búsqueda Internacional ha detectado varias invenciones en la presente solicitud internacional, a saber:

1. ☐ Dado que todas las tasas adicionales han sido satisfechas por el solicitante dentro del plazo, el presente informe de búsqueda internacional comprende todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda.
2. ☐ Dado que todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda pueden serlo sin un esfuerzo particular que justifique una tasa adicional, esta Administración no ha invitado al pago de ninguna tasa de esta naturaleza.
3. ☐ Dado que tan sólo una parte de las tasas adicionales solicitadas ha sido satisfecha dentro del plazo por el solicitante, el presente informe de búsqueda internacional comprende solamente aquellas reivindicaciones respecto de las cuales han sido satisfechas las tasas, concretamente las reivindicaciones n°s:
4. ☐ Ninguna de las tasas adicionales solicitadas ha sido satisfecha por el solicitante dentro de plazo. En consecuencia, el presente informe de búsqueda internacional se limita a la invención mencionada en primer término en las reivindicaciones, cubierta por las reivindicaciones n°s:

Indicación en cuanto a la reserva ☐ Las tasas adicionales han sido acompañadas de una reserva por parte del solicitante.  
☐ El pago de las tasas adicionales no ha sido acompañado de ninguna reserva.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**